

1/9/1 DIALOG(R)File 351:Derwent WPI (c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011066182      \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1997-044106/199705

XRPX Acc No: N97-036574

Control of drive unit of hybrid vehicle with IC engine and motor-generator set with recuperative braking system - has unit permitting operation of motor-generator unit coupled to gearbox output shaft when car braking is detected, with gear ratio optimised

Patent Assignee: AISIN AW CO LTD (AISW )

Inventor: HARA T; OMOTE K; TANAKA S; TSUZUKI S; WATANABE M

Number of Countries: 003 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19623847	A1	19961219	DE 1023847	A	19960614	199705 B
JP 9009407	A	19970110	JP 95150375	A	19950616	199712
JP 9009408	A	19970110	JP 95150376	A	19950616	199712
US 5720690	A	19980224	US 96662259	A	19960614	199815

Priority Applications (No Type Date): JP 95150376 A 19950616; JP 95150375 A 19950616

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 19623847	A1	18	F16H-059/04		
JP 9009407	A	12	B60L-007/12		
JP 9009408	A	12	B60L-007/12		
US 5720690	A	18	B60K-006/04		

Abstract (Basic): DE 19623847 A

The drive system for a car using an IC engine has a motor-generator set coupled to the gearbox output shaft for conversion of braking energy at the wheels back into electrical energy. There is a battery to store this recovered energy. There is a sensor to determine the operational state of the car and a control unit for the operation of the gearbox and motor-generator according to the sensor signal.

The unit permits the motor-generator to generate when car braking is detected and switches the gearbox into a gear between the existing one and another with a higher gear ratio so that the recoverable braking energy is maximised.

ADVANTAGE - Maximises recuperative braking energy and stabilises vehicle behaviour during braking.

Dwg.1/10

Abstract (Equivalent): US 5720690 A

The drive system for a car using an IC engine has a motor-generator set coupled to the gearbox output shaft for conversion of braking energy at the wheels back into electrical energy. There is a battery to store this recovered energy. There is a sensor to determine the operational state of the car and a control unit for the operation of the gearbox and motor-generator according to the sensor signal.

The unit permits the motor-generator to generate when car braking is detected and switches the gearbox into a gear between the existing one and another with a higher gear ratio so that the recoverable braking energy is maximised.

ADVANTAGE - Maximises recuperative braking energy and stabilises vehicle behaviour during braking.

Dwg.1, 5/10

Title Terms: CONTROL; DRIVE; UNIT; HYBRID; VEHICLE; IC; ENGINE; MOTOR; GENERATOR; SET; RECUPERATION; BRAKE; SYSTEM; UNIT; PERMIT; OPERATE; MOTOR

; GENERATOR; UNIT; COU[REDACTED] GEAR; OUTPUT; SHAFT; CAR; BRAKE; DETECT; GEAR;  
RATIO; OPTIMUM  
Derwent Class: Q13; Q63; Q64; X13; X16; X21; X22  
International Patent Class (Main): B60K-006/04; B60L-007/12; F16H-059/04  
International Patent Class (Additional): B60K-017/02; B60K-017/06;  
B60K-041/00; B60K-041/06; B60L-011/18; B60T-008/34; F16D-061/00;  
F16H-059/14  
File Segment: EPI; EngPI  
Manual Codes (EPI/S-X): X13-F02; X16-G02; X21-A01D; X21-A03; X22-C02;  
X22-F01A; X22-G01; X22-P04

Derwent WPI (Dialog® File 351): (c) 2004 Thomson Derwent. All rights reserved.

<http://www.dialog.com>

© 2004 Dialog, a Thomson business

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 196 23 847 A 1

⑳ Aktenzeichen: 196 23 847.1  
㉑ Anmeldetag: 14. 6. 96  
㉒ Offenlegungstag: 19. 12. 96

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 16 H 59/04**  
F 16 H 59/14  
F 16 D 61/00  
B 60 K 17/06  
B 60 K 17/02  
B 60 K 41/00

DE 196 23 847 A 1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
16.06.95 JP 7-150375 16.06.95 JP 7-150376

⑦1 Anmelder:  
Aisin AW Co., Ltd., Anjo, Aichi, JP

⑦4 Vertreter:  
Vossius & Partner, 81675 München

⑦2 Erfinder:  
Hara, Takeshi, Chiryu, Aichi, JP; Tsuzuki, Shigeo,  
Takahama, Aichi, JP; Tanaka, Satoru, Nishio, Aichi,  
JP; Watanabe, Manabu, Toyota, Aichi, JP; Omote,  
Kenji, Nishio, Aichi, JP

⑤4 Steuerungssystem für eine Fahrzeugantriebseinheit

⑤7 Ein Steuerungssystem für eine Fahrzeugantriebseinheit weist auf: einen Verbrennungsmotor; ein mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbundenes Getriebe mit mehreren Gängen zur Kraftübertragung auf die Räder; einen mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbundenen Motorgenerator zur Rückgewinnung der Bremsenergie der Räder über das Getriebe durch Erzeugung von Elektroenergie; eine Batterie zum Speichern der durch den Motorgenerator zurückgewonnenen Bremsenergie in Form von Elektroenergie; eine Betriebszustand-Detektionseinrichtung zum Erfassen des Betriebszustandes des Fahrzeugs und eine Steuereinrichtung zur Steuerung des Getriebes und des Motorgenerators entsprechend dem von der Betriebszustand-Detektionseinrichtung ankommenden Ausgangssignal. Die Steuerung weist auf: eine Motorgenerator-Steuer-einrichtung, um den Motorgenerator zur Erzeugung von Elektroenergie zu veranlassen, wenn die Betriebszustand-Detektionseinrichtung einen Abbremszustand des Fahrzeugs erfaßt, um dadurch die Bremsenergie zurückzugewinnen; und eine Schaltsteuereinrichtung zum Schalten des Getriebes in einen Gang zwischen dem gegenwärtig eingelegten Gang und einem Gang mit höherem Übersetzungsverhältnis als dem des gegenwärtigen Gangs, so daß die rückgewinnbare Bremsenergie maximiert wird.

DE 196 23 847 A 1

Die Erfindung betrifft ein Steuerungssystem für eine Fahrzeugantriebsseinheit. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Schaltsteuerung eines Getriebes während des Abbremsens eines Fahrzeugs, das mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor-Generator-Aggregat bzw. Motorgenerator als Antriebsquellen ausgestattet ist. Genauer gesagt, die vorliegende Erfindung betrifft eine Schaltsteuerung während des Übergangs des Fahrzeugs aus einem abgebremsten Zustand in einen getriebenen bzw. Antriebszustand.

Nach dem Stand der Technik gibt es ein Elektroauto, das einen Elektromotor als Antriebsquelle nutzt und beim Abbremsen die Batterie mit der von den Rädern kommenden Bremsenergie in Form von Elektroenergie auflädt, indem es den Elektromotor zur Erzeugung von Elektroenergie veranlaßt, wie in der US-A-5 287 772 offenbart.

Allgemein gesagt, wird die durch den Motor zurückzugewinnende Energie durch die Kennwerte (z. B. die Drehzahl und das Bremsdrehmoment) des Motors bestimmt. In dem Elektroauto wird daher durch Umschalten des mit der Abtriebswelle des Motors verbundenen Getriebes ein maximaler Anteil der Bremsenergie von den Rädern zurückgewonnen.

Beim Elektroauto wird jedoch das Übersetzungsverhältnis bzw. der Gang zum Maximieren der zurückzugewinnenden Energie bestimmt, indem durch Berechnen der Energiemengen, die im gegenwärtig eingelegten Gang und im nächsthöheren sowie im nächstniedrigeren Gang zurückzugewinnen sind, derjenige von den drei Gängen ermittelt wird, der die rückgewinnbare Energie maximieren kann.

Unter der Annahme, daß gerade der 4. Gang eingelegt ist, erfolgt daher bei Erzeugung einer hohen Bremsenergie, z. B. bei einem plötzlichen Abbremsen, ein mehrstufiges Schalten, bei dem die Gänge nacheinander vom 4. Gang in den 3., 2. und 1. Gang geschaltet werden, obwohl der 1. Gang für eine maximale Energierückgewinnung der beste ist. Während dieses Umschaltens kann außerdem die Energie nicht zurückgewonnen werden, so daß die Energierückgewinnung mit zunehmender Anzahl der Schaltvorgänge abnimmt.

Bei diesem Elektroauto wird außerdem die Energie im nächsthöheren Gang berechnet, so daß es vorkommt, daß gegen die Absicht des Fahrers hochgeschaltet wird, obwohl dieser die Bremse betätigt, wodurch das Verhalten des Fahrzeugs instabil wird.

Ferner erhöht sich die Drehzahl des Elektromotors, da in den Gang umgeschaltet wird, der die Energie maximiert. Insbesondere wird in der Antriebseinheit vom Hybridtyp, in der die Antriebsquelle neben dem Elektromotor einen Verbrennungsmotor aufweist, der Verbrennungsmotor im Leerlauf gehalten, um die Kraftstoffverbrauchsrate während der Energierückgewinnung zu reduzieren. Wenn das Fahrzeug aus seinem abgebremsten Zustand wieder beschleunigt werden soll, muß der Verbrennungsmotor so betrieben werden, daß die Drehzahl des Verbrennungsmotors und die Drehzahl des Elektromotors synchronisiert werden. Wenn jedoch der Verbrennungsmotor auf die Drehzahl des Elektromotors hochgefahren wird, dann steigt seine Kraftstoffverbrauchsrate so stark an, daß die Kilometerleistung nicht verbessert werden kann.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein solches Steuerungssystem für ein Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor und einem Motorgene-

rator als Antriebsquelle zu schaffen, das eine Umschaltung in einen Gang zur Maximierung der von den Rädern kommenden Bremsenergie ausführen und gleichzeitig das Verhalten des Fahrzeugs während des Abbremsens stabilisieren kann.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Steuerungssystem zu schaffen, welches das Fahrzeug aus dem Abbremszustand wieder gleichmäßig beschleunigen kann und dabei den Kraftstoffverbrauch minimiert.

Diese Aufgaben werden mit den Merkmalen der Ansprüche gelöst.

(1) Gemäß Anspruch 1 wird bei der Feststellung, daß sich das Fahrzeug im Abbremszustand befindet, der Motorgenerator (2) zur Erzeugung von Elektroenergie veranlaßt, um dadurch die Bremsenergie zurückzugewinnen, und das Getriebe (3) wird in einen Gang zwischen dem gegenwärtig eingelegten Gang und einem Gang mit höherem Übersetzungsverhältnis als dem gegenwärtigen umgeschaltet, der die rückgewinnbare Energiemenge maximieren kann, so daß die Energie mit hohem Wirkungsgrad zurückgewonnen werden kann.

Da ferner die Umschaltung unter Anstellen eines Vergleichs mit dem Gang mit höherem Übersetzungsverhältnis als dem gegenwärtigen ausgeführt wird, kann ein Sprungschaltvorgang, beispielsweise vom 4. in den 2. Gang oder vom 4. in den 1. Gang, ausgeführt werden, um die Anzahl der Schaltvorgänge zu verringern und dadurch den Wirkungsgrad der Energierückgewinnung zu verbessern.

Da überdies der Schaltvorgang nur durch Herunterschalten ausgeführt wird, kann er der Absicht des Fahrers entsprechen, und das Verhalten des Fahrzeugs kann stabilisiert werden.

(2) Gemäß Anspruch 2 werden die in den einzelnen Gängen zurückzugewinnenden Energiemengen durch die Energieberechnungseinrichtung ermittelt, und die Schaltwähleinrichtung wählt unter den berechneten Ergebnissen den Gang aus, der die rückgewinnbare Bremsenergie maximiert, so daß zuverlässig in den Gang mit dem höchsten Rückgewinnungs-Wirkungsgrad geschaltet werden kann.

(3) Gemäß Anspruch 3 kann die rückgewinnbare Bremsenergie durch Berechnen des Produkts genau bestimmt werden.

(4) Gemäß Anspruch 4 wird das Umschalten nur dann ausgeführt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit unter dem vorgegebenen Wert liegt, so daß ein Überdrehen des Motorgenerators (2) durch das Herunterschalten, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit über dem vorgegebenen Wert liegt, verhindert werden kann.

(5) Gemäß Anspruch 5 erfolgt das Umschalten auf der Grundlage des Bremsschaltdiagramms, das so vorgegeben wird, daß die Energie bezüglich der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Bremsdrehmoments maximiert wird, um dadurch die Steuerung zu vereinfachen.

(6) Gemäß Anspruch 6 kann, da das plötzliche Abbremsen im Bereich eines hohen Bremsdrehmoments ausgeführt wird, d. h. mit großer Betätigungskraft der Bremse, der Sprungschaltvorgang mit weniger Grenzlängen ausgeführt werden, um das mehrstufige Schalten zu vermeiden.

(7) Gemäß Anspruch 7 wird bei großer Betätigungskraft oder großer Änderung der Betätigungskraft der Bremse ein plötzliches Abbremsen festgestellt, und der Schaltvorgang wird nur bei geringer Betätigungskraft oder geringer Änderung der Betätigungskraft der Bremse ausgeführt, so daß verhindert werden kann, daß

das Fahrzeugverhalten durch das Schalten instabil wird.  
(8) Gemäß Anspruch 8 wird das Schalten nur dann ausgeführt, wenn die Lenkung nicht eingeschlagen ist, so daß verhindert werden kann, daß das Fahrzeugverhalten bei eingeschlagener Lenkung durch das Schalten instabil wird.

(9) Gemäß Anspruch 9 erfolgt die Rückgewinnung der Bremsenergie von den Rädern nur dann, wenn das Getriebe nicht geschaltet wird, da die Bremsenergie während des Schaltvorgangs stark schwankt.

(10) Gemäß Anspruch 10 kann die Bremsenergie zurückgewonnen werden, indem der Motorgenerator (2) zur Erzeugung von Elektroenergie veranlaßt wird, wenn festgestellt wird, daß sich das Fahrzeug im Abbremszustand befindet. Wenn kein Abbremsen des Fahrzeugs erforderlich ist, d. h. wenn das Fahrzeug wieder beschleunigt werden kann, schaltet die Schaltsteuer-einrichtung in den Gang um, in dem die Drehzahl des Motorgenerators (2) niedriger als ein vorgegebener Wert ist und diesem am nächsten kommt, so daß die Drehzahlen des Verbrennungsmotors (1) und des Motorgenerators (2) leicht synchronisiert werden können.

Wenn ferner die Drehzahl des Verbrennungsmotors (1) mit der des Motorgenerators (2) synchronisiert ist, kann der Kraftstoffverbrauch zum Erhöhen der Drehzahl des Verbrennungsmotors (1) reduziert werden, um die Kilometerleistung zu verbessern.

Hierbei wird der vorgegebene Wert auf die Drehzahl eingestellt, die höher ist als die Leerlaufdrehzahl.

(11) Gemäß Anspruch 11 werden die Drehzahlen des Motorgenerators (2) in den einzelnen Gängen durch die Drehzahlberechnungseinrichtung ermittelt, und die Gangwähleinrichtung wählt aus den Ergebnissen der Berechnung den Gang aus, in dem die Drehzahl des Motorgenerators (2) niedriger ist als der vorgegebene Wert, diesem aber am nächsten kommt. Im Ergebnis kann die Drehzahl des Motorgenerators (2) zuverlässig reduziert werden.

(12) Gemäß Anspruch 12 kann, wenn kein Gang eine Drehzahl aufweist, die niedriger als der vorgegebene Wert ist, die Drehzahl des Motorgenerators (2) durch Umschalten des Getriebes in den höchsten Gang für das niedrigste Übersetzungsverhältnis minimiert werden.

(13) Gemäß Anspruch 13 wird das Schalten auf der Basis des Bremsschaltdiagramms ausgeführt, das bezüglich der Fahrzeuggeschwindigkeit und des Bremsdrehmoments vorgegeben ist, so daß die Steuerung vereinfacht wird.

(14) Gemäß Anspruch 14 wird der Schaltpunkt innerhalb eines Bereichs für ein niedriges Bremsdrehmoment so gewählt, daß er mit dem Punkt für das Herunterschalten beim Fahren unter Antrieb identisch ist, so daß das unnötige Umschalten beim Übergang vom Bremsschaltdiagramm zum Antriebsschaltdiagramm entfallen kann, wenn das Fahrzeug aus dem Abbremszustand heraus beschleunigt werden soll.

(15) Gemäß Anspruch 15 wird das Fahrzeug während des Abbremszustands durch Betätigen der Bremse abgebremst. Bei negativer Änderung der Bremsenbetätigungskraft, d. h. wenn die Bremse aus ihrem niedergedrückten Zustand gelöst wird, wird das Abbremsen des Fahrzeugs als unnötig erkannt, so daß die Möglichkeit der Wiederbeschleunigung des Fahrzeugs sofort erkannt werden kann.

Fig. 1 zeigt ein Schema, das den Gesamtaufbau einer Fahrzeugantriebsseinheit nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt;

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm, das die Hauptsteuer-

ung der Fahrzeugantriebsseinheit nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt;

Fig. 3 zeigt ein Schaltbefehl-Ablaufdiagramm nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm für die Berechnung der regenerativen Energie nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Schaltbefehls (gemäß Schema 1) nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Schaltbefehls (gemäß Schema 2) nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 7 zeigt ein Schema, das ein Schaltdiagramm zur Änderung des Schaltpunktes auf der Linie der maximalen Abtriebsleistung nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt;

Fig. 8 zeigt ein A/T-Schaltdiagramm (oder Antriebschaltdiagramm);

Fig. 9 zeigt ein Schema, das ein Schaltdiagramm für regeneratives Bremsen nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt; und

Fig. 10 zeigt ein Schaltbefehl-Ablaufdiagramm nach dem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Schema, das den Gesamtaufbau einer Fahrzeugantriebsseinheit nach dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt.

In dieser Abbildung bezeichnen: das Bezugszeichen 1 einen Verbrennungsmotor (E/G); das Bezugszeichen 2 einen mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbundenen Motorgenerator (M/G); das Bezugszeichen 3 ein mit dem Motorgenerator 2 verbundenes Getriebe (T/M); das Bezugszeichen 4 eine elektronische Steuereinheit des Verbrennungsmotors (E/G-ECU); das Bezugszeichen 5 einen mit dem Motorgenerator verbundenen Wechselrichter; das Bezugszeichen 6 eine mit dem Wechselrichter 5 verbundene Batterie; das Bezugszeichen 7 eine elektronische Bremsensteuereinheit (BRAKE-ECU); das Bezugszeichen 8 einen Verbrennungsmotor-Drehzahlsensor; das Bezugszeichen 9 einen Drosselklappensensor; das Bezugszeichen 10 einen Bremsenbetätigungskraft-Sensor; das Bezugszeichen 11 einen Fahrzeuggeschwindigkeits-Sensor; das Bezugszeichen 12 einen Motorgenerator-Drehzahlsensor; das Bezugszeichen 13 einen Schaltstellungssensor; das Bezugszeichen 14 einen Lenkwinkelsensor; das Bezugszeichen 15 einen Batterierestspannungs-Sensor; das Bezugszeichen 16 einen Batterietemperatur-Sensor; das Bezugszeichen 17 Fahrzeugräder; und das Bezugszeichen 21 eine elektronische Motorgenerator/Getriebe-Steuereinheit zur Regelung und Steuerung des Gesamtsystems.

Folglich ist die erfindungsgemäße Fahrzeugantriebsseinheit so konstruiert, daß sie aufweist: den Verbrennungsmotor 1; das mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors 1 verbundene Getriebe 3 mit mehreren Gängen zur Kraftübertragung auf die Räder 17; den mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors 1 verbundenen Motorgenerator 2 zur Rückgewinnung der Bremsenergie der Räder 17 über das Getriebe 3 durch Erzeugen von Elektroenergie; die Batterie 6 zum Speichern der durch den Notorgenerator 2 zurückgewonnenen Bremsenergie in Form von Elektroenergie; den Bremsenbetätigungskraft-Sensor 10 zum Erfassen der Verzögerung des Fahrzeugs sowie die elektronische Motorgenerator/Getriebe-Steuereinheit 21, die als

Steuereinrichtung zum Steuern des Getriebes 3 und des Motorgenerators 2 als Reaktion auf das Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors 10 dient.

Nachstehend wird eine spezifische Steuerung der Fahrzeugantriebseinheit beschrieben.

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm, das die Hauptsteuerung der Fahrzeugantriebseinheit nach dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt; Fig. 3 zeigt ein Schaltbefehl-Ablaufdiagramm; Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm für die Berechnung der regenerativen Energie; Fig. 5 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Schaltbefehls (gemäß Schema 1) des Ausführungsbeispiels; Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Schaltbefehls (gemäß Schema 2) des Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung; Fig. 8 zeigt ein Schema, das ein Bremsschaltdiagramm zur Änderung des Schaltpunkts auf der Linie der maximalen Abtriebsleistung nach dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt; und Fig. 8 zeigt ein A/T- bzw. Antriebsschaltdiagramm.

Im folgenden wird das Ablaufdiagramm von Fig. 2 beschrieben.

(1) Zunächst werden die elektronische Bremsensteuereinheit (BRAKE-ECU) 7 und die elektronische Motor/Getriebe-Steuereinheit 21 initialisiert und in ihre betriebsfähigen Zustände gebracht (im Schritt S1).

(2) Die Daten werden eingegeben (im Schritt S2). Die Eingabedaten sind beispielsweise: die vom Batterierestspannungs-Sensor 15 erhaltene Batterierestspannung, die vom Batterietemperatur-Sensor 16 erhaltene Batterietemperatur; die vom Motorgenerator-Drehzahlsensor 12 erhaltene Drehzahl des Motorgenerators; die vom Bremsenbetätigungskraft-Sensor 10 erhaltene Bremsenbetätigungskraft; die vom Drosselklappensensor 9 erhaltene Drosselklappenöffnung; der vom Lenkwinkelsensor 14 erhaltene Lenkwinkel; die vom Schaltstellungssensor 13 erhaltene Schaltstellung und die vom Verbrennungsmotor-Drehzahlsensor 8 erhaltene Drehzahl des Verbrennungsmotors. Diese Daten werden in die elektronische Motorgenerator/Getriebe-Steuereinheit 21 eingelesen.

(3) Als nächstes wird (im Schritt S3) auf der Grundlage der von den verschiedenen Sensoren ankommenden Ausgabewerte der momentane Grenzwert der regenerativen Bremskraft berechnet.

(4) Als nächstes wird die der Bremskraft der Verbrennungsmotors äquivalente regenerative Bremskraft berechnet. Bei Verringerung der Betätigungskraft des Gaspedals wird das regenerative Drehmoment aus dem Übersetzungsverhältnis des gerade eingelegten Gangs berechnet, so daß (im Schritt S4) aus dem regenerativen Drehmoment und der vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 11 erhaltenen Fahrzeuggeschwindigkeit die der Bremskraft des Verbrennungsmotors äquivalente regenerative Bremskraft berechnet wird.

(5) Als nächstes wird die Verteilung zwischen der regenerativen Bremskraft und der hydraulischen Bremskraft berechnet. Die Verteilung zwischen der vom Motorgenerator 2 ausgeübten regenerativen Bremskraft und der durch den Öldruck der Bremse ausgeübten hydraulischen Bremskraft wird berechnet (im Schritt S5).

(6) Es wird ein Gang zum Maximieren der regenerativen Energie ermittelt, um das Umschalten automatisch auszuführen. Dieses Detail (Schritt S6) wird weiter unten beschrieben.

(7) Es wird eine Steuerung (im Schritt S7) ausgeführt, um die regenerative Bremskraft und die hydraulische Bremskraft in einem vorgegebenen Verhältnis zu ver-

teilen.

(8) Es wird eine Antiblockier-Steuerung der Bremse ausgeführt, um ein übermäßiges Rutschen der Räder zu verhindern. Wenn durch den Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 11 festgestellt wird, daß die Räder zu blockieren beginnen, wird (im Schritt S8) durch die elektronische Bremsensteuereinheit 7 der Öldruck der Bremse vermindert, um das Blockieren der Räder zu verhindern.

(9) Wenn im vorhandenen Steuerungssystem eine Störung auftritt, wird die ausfallsichere Steuerung ausgeführt (im Schritt S9).

Nachstehend wird der Ablauf des Schaltbefehls nach dem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung anhand von Fig. 3 beschrieben.

(1) Zunächst wird (im Schritt S11) anhand einer Änderung der Antriebsdrehzahl des Getriebes (T/M) 3 (oder der Verbrennungsmotor-Drehzahl) festgestellt, ob das Getriebe 3 gerade schaltet oder nicht.

(2) Wenn die Antwort NEIN ist, wird (im Schritt S12) anhand der Information vom Lenkwinkelsensor 14 kontrolliert, ob die Lenkung des Fahrzeugs eingeschlagen ist oder nicht.

(3) Wenn die Antwort NEIN ist, wird (im Schritt S13) eine regenerative Energie E berechnet, die dem Übersetzungsverhältnis des Gangs (1 bis 4) entspricht. Die Berechnungsroutine für diese regenerative Energie wird weiter unten ausführlicher beschrieben.

(4) Als nächstes wird (im Schritt S14) kontrolliert, ob die Abbremsung plötzlich erfolgt oder nicht, indem man überprüft, ob die Bremsenbetätigungskraft einen Schwellwert überschreitet. Übrigens bezeichnen die Buchstaben FBS, den Schwellwert der Bremsenbetätigungskraft.

(5) Wenn die Antwort NEIN ist, wird die Änderung der Bremsenbetätigungskraft kontrolliert (im Schritt S15).

Wenn anhand der Information vom Bremsenbetätigungskraftsensor 10 im Schritt S14 oder S15 festgestellt wird, daß die Bremsenbetätigungskraft oder ihre Änderung einen hohen Wert hat, dann wird festgestellt, daß das Abbremsen plötzlich erfolgt.

(6) Wenn die Antwort im Schritt S15 NEIN ist, dann wird (im Schritt S16) ein Schaltbefehl (gemäß Schema 1) ausgeführt. Dieser Schaltbefehl (gemäß Schema 1) wird weiter unten ausführlicher beschrieben.

(7) Als nächstes wird (im Schritt S17) kontrolliert, ob die Bremse gelöst wird oder nicht, indem überprüft wird, ob die Änderung der Bremsenbetätigungskraft positiv oder negativ ist.

(8) Wenn diese Überprüfung ergibt, daß die Bremse gelöst wird, dann wird (im Schritt S18) ein Schaltbefehl (gemäß Schema 2) ausgeführt. Dieser Schaltbefehl (gemäß Schema 2) wird weiter unten ausführlicher beschrieben.

(9) Wenn die Antwort im Schritt S11 JA ist, d. h. wenn das Fahrzeug gerade geschaltet wird, dann wird das regenerative Abbremsen gesperrt (im Schritt S19).

Wenn darüber hinaus die Antworten im Schritt S12, im Schritt S14 und im Schritt S15 JA sind, dann wird das Getriebe nicht geschaltet, sondern die Rückgewinnung wird in dem gegenwärtig eingelegten Gang ausgeführt.

Als nächstes wird der obenerwähnte Berechnungsablauf der regenerativen Energie im Schritt S13 anhand von Fig. 4 beschrieben.

(1) Zunächst wird  $a = 4$  gesetzt (im Schritt S31), um die regenerative Energie im vierten Gang zu bestimmen.

(2) Als nächstes wird (im Schritt S32) ein Motorgene-

rator-Drehmoment  $T_{MT(a)}$  bestimmt. Hierbei ist  $T_{MT(a)} = T_{RG}/R_{(a)}$ . Übrigens bezeichnen die Buchstaben  $T_{RG}$  ein Bremsdrehmoment, und die Buchstaben  $R_{(a)}$  bezeichnen ein Übersetzungsverhältnis im Gang  $a$ .

(3) Als nächstes wird (im Schritt S33) kontrolliert, ob das Motorgenerator-Drehmoment  $T_{MT(a)}$  über dem Grenzwert TLM des durch den Motorgenerator zurückzugewinnenden Drehmoments liegt.

(4) Wenn die Antwort JA ist, dann wird (im Schritt S34) das Motorgenerator-Drehmoment  $T_{MT(a)}$  auf den Drehmomentgrenzwert TLM eingestellt, der durch den Motorgenerator zurückgewonnen werden kann.

(5) Wenn die Antwort im Schritt S33 NEIN ist, dann wird (im Schritt S35) eine Motorgenerator-Drehzahl  $N_{M(a)}$  ermittelt. Hierbei ist  $N_{M(a)} = N_{M(n)} \cdot R_{(a)}/R_{(n)}$ . Übrigens bezeichnen die Buchstaben  $N_{M(n)}$  die Motorgenerator-Drehzahl im gegenwärtig eingelegten Gang  $n$ , und die Buchstaben  $R_{(n)}$  bezeichnen das Übersetzungsverhältnis im gegenwärtig eingelegten Gang  $n$ .

(6) Als nächstes wird (im Schritt S36) kontrolliert, ob die Motorgenerator-Drehzahl  $N_{M(a)}$  über dem Maximum  $N_{Mmax}$  der Motorgenerator-Drehzahl liegt.

(7) Wenn die Antwort NEIN ist, dann wird (im Schritt S37) aus dem Motorgenerator-Drehmoment  $T_{MT(a)}$  und der Motorgenerator-Drehzahl  $N_{M(a)}$  ein Wirkungsgrad  $\eta_{(a)}$  ermittelt.

(8) Als nächstes wird (im Schritt S38) eine regenerative Energie  $E_{(a)}$  bestimmt. Hierbei ist  $E_{(a)}$  gleich dem Produkt aus dem Wirkungsgrad  $\eta_{(a)}$ , dem Motorgenerator-Drehmoment  $T_{MT(a)}$  und der Motorgenerator-Drehzahl  $N_{M(a)}$ ;  $E_{(a)} = \eta_{(a)} \cdot T_{MT(a)} \cdot N_{M(a)}$ .

Wenn die Antwort im Schritt S36 JA ist, dann wird (im Schritt S39)  $E_{(a)}$  gleich 0 gesetzt, da die regenerative Energie  $E_{(a)}$  nicht zurückgewonnen werden kann.

(10) Diese Einstellung wird (in den Schritten S40 und S41) wiederholt, bis der 1. Gang ( $a = 1$ ) wieder eingelegt ist.

Sobald die Berechnung der regenerativen Energie  $E_{(a)}$  bis zum endgültigen Übersetzungsverhältnis ( $a = 1$ ) ausgeführt ist, erfolgt der Rücksprung aus der Routine.

Als nächstes wird der Ablauf des obenerwähnten Schaltbefehls (gemäß Schema 1) von Schritt S16 anhand von Fig. 5 beschrieben.

(1) Zunächst wird (im Schritt S61) kontrolliert, ob die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{(n)}$  niedriger ist als ein Schwellwert. Wenn die Antwort NEIN ist, erfolgt der Rücksprung aus der Routine ohne Schaltvorgang, um zu verhindern, daß der Motor durch Herunterschalten überdreht wird.

(2) Wenn im Schritt S61 die Antwort JA ist, dann wird (im Schritt S62) kontrolliert, ob der Gang der gegenwärtig eingelegte ( $n = 4$ ) ist oder nicht.

(3) Wenn im Schritt S62 die Antwort JA ist, dann werden die im Schritt S38 ermittelten regenerativen Energien  $E_{(a)}$  ( $a = 1, 2, 3$  und  $4$ ) im 1. bis 4. Gang miteinander verglichen (im Schritt S63).

(4) Wenn im Schritt S62 die Antwort NEIN ist, dann wird (im Schritt S64) kontrolliert, ob der Gang der nächste Gang ( $n = 3$ ) ist oder nicht.

(5) Wenn die Antwort JA ist, dann werden die im Schritt S38 ermittelten regenerativen Energien  $E_{(a)}$  ( $a = 1, 2$  und  $3$ ) im 1. bis 3. Gang miteinander verglichen (im Schritt S65).

(6) Wenn im Schritt S64 die Antwort NEIN ist, dann wird (im Schritt S66) kontrolliert, ob der Gang der nächste Gang ( $n = 2$ ) ist oder nicht.

(7) Wenn die Antwort NEIN ist, dann ist der gegenwärtig eingelegte Gang der 1. Gang und wird beibehal-

ten, da nicht weiter heruntergeschaltet werden kann. Ist die Antwort JA, dann werden die im Schritt S38 ermittelten regenerativen Energien  $E_{(a)}$  ( $a = 1$  und  $2$ ) im 1. und 2. Gang miteinander verglichen (im Schritt S67).

(8) Als nächstes wird aus dem Ergebnis der Vergleiche in den Schritten S63, S65 und S67 das Maximum der regenerativen Energie ausgewählt (im Schritt S68).

(9) Als nächstes wird (im Schritt S69) derjenige Gang  $a$  eingelegt, in dem die regenerative Energie  $E_{(a)}$  den maximalen Wert hat.

(10) Als nächstes wird der Schaltbefehl ausgeführt (im Schritt S70).

Aus der bisherigen Beschreibung ergibt sich:

[1] Die elektronische Motorgenerator/Getriebe-Steuereinheit 21 veranlaßt, sobald sie eine Verzögerung des Fahrzeugs feststellt, den Motorgenerator 2 zur Erzeugung von Elektroenergie durch Rückgewinnung der Bremsenergie und das Getriebe 3 zum Umschalten in einen optimalen Gang zwischen dem gegenwärtig eingelegten Gang und einem Gang mit einem höheren Übersetzungsverhältnis als dem gegenwärtigen, in dem die maximale Bremsenergie zurückgewonnen werden kann.

Wenn daher festgestellt wird, daß das Fahrzeug verzögert bzw. abgebremst wird, dann wird die Bremsenergie über den Wechselrichter 5 mittels der Batterie 6 zurückgewonnen, indem der Motorgenerator 2 zur Erzeugung von Elektroenergie veranlaßt wird und das Getriebe 3 in einen Gang zwischen dem gegenwärtig eingelegten Gang und dem Gang mit einem höheren Übersetzungsverhältnis als dem des gegenwärtigen Gangs umgeschaltet wird, in dem die maximale Energie zurückgewonnen werden kann. Im Ergebnis kann die Energie mit höherem Wirkungsgrad zurückgewonnen werden.

Da andererseits das Umschalten durch Vergleich des Gangs mit einem höheren Übersetzungsverhältnis als dem des gegenwärtig eingelegten Gangs erfolgt, kann ein Sprungschaltvorgang vom 4. auf den 2. Gang oder vom 4. auf den 1. Gang ausgeführt werden, um die Anzahl der Schaltvorgänge zu verringern und dadurch den Wirkungsgrad der Energierückgewinnung zu verbessern.

Da außerdem ein Herunterschalten ausgeführt wird, kann der Schaltvorgang der Absicht des Fahrers entsprechen, und das Verhalten des Fahrzeugs kann stabilisiert werden.

[2] Wie in Fig. 5 dargestellt, wird die Schaltsteuerung ausgeführt, indem die rückgewinnbaren Bremsenergien der einzelnen Gänge berechnet, die berechneten Energien miteinander verglichen und ein optimaler Gang ( $n = a$ ) zwischen dem gegenwärtig eingelegten Gang und dem Gang mit höherem Übersetzungsverhältnis als dem des gegenwärtig eingelegten Gangs ausgewählt wird, in welchem die rückgewinnbare Bremsenergie maximiert werden kann. Der Schaltbefehl wird ausgegeben, um das Umschalten in den durch die Auswahl festgelegten optimalen Gang auszuführen.

Auf diese Weise werden die in den einzelnen Gängen rückgewinnbaren Energien berechnet, so daß die durch die Gangwähleinrichtung rückgewinnbaren Energien durch die Berechnungseinrichtung ermittelt werden. Im Ergebnis wird der Gang zur Maximierung der rückgewinnbaren Energie ausgewählt, so daß das Getriebe mit Sicherheit in den Gang mit hervorragendem Wirkungsgrad der Rückgewinnung umgeschaltet werden kann.

[3] Wie in Fig. 4 dargestellt, sind der Bremsenbetätigungskraft-Sensor 10 zum Erfassen der Betätigungs-



kraft der Bremse und der Motorgenerator-Drehzahlsensor 12 zum Erfassen der Drehzahl des Motorgenerators 2 vorgesehen. Die Berechnungseinrichtung berechnet die rückgewinnbare Bremsenergie als Produkt aus dem Bremsdrehmoment  $T_{M(a)}$  gemäß dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors 10, der Drehzahl  $N_{M(a)}$  des Motorgenerators 2 gemäß dem Ausgangssignal des Motorgenerator-Drehzahlsensors 12, und dem Wirkungsgrad  $\eta_{(a)}$  des Motorgenerators 2.

Auf diese Weise kann die rückgewinnbare Bremsenergie durch die Berechnung von  $T_{M(a)} \cdot N_{M(a)} \cdot \eta_{(a)}$  genau bestimmt werden.

[4] Wie in Fig. 5 dargestellt, ist zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 11 vorgesehen. Wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{(n)}$  gemäß dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 11 unter einem vorgegebenen Wert liegt, dann schaltet die Schaltbefehlseinrichtung das Getriebe 3 in den optimalen Gang.

Folglich führt die Schaltbefehlseinrichtung die Umschaltung als Antwort auf das Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 11 nur dann aus, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{(n)}$  unter dem vorgegebenen Wert liegt. Im Ergebnis kann das Überdrehen des Motorgenerators 2, das sonst durch das Herunterschalten verursacht werden könnte, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V_{(n)}$  über dem vorgegebenen Wert liegt, wirksam verhindert werden.

[5] Wie in Fig. 3 dargestellt, ist zur Erfassung der Betätigungskraft der Bremse der Bremsenbetätigungskraft-Sensor 10 vorgesehen. Wenn die Bremsenbetätigungskraft gemäß dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors 10 unter einem vorgegebenen Wert liegt oder wenn die Änderung der Bremsenbetätigungskraft unter einem vorgegebenen Wert liegt, dann wird das Getriebe 3 in den optimalen Gang geschaltet.

So wird, wenn die Bremsenbetätigungskraft oder deren Änderung einen hohen Wert annimmt (über dem Schwellwert liegt), ein plötzliches Abbremsen festgestellt, so daß verhindert wird, daß das Fahrzeugverhalten wegen eines Schaltvorgangs instabil wird. Im Ergebnis kann das Schalten nur dann ausgeführt werden, wenn die Bremsenbetätigungskraft oder ihre Änderung niedrig ist.

[6] Wie in Fig. 3 dargestellt, ist zur Erfassung des Lenkwinkels ein Lenkwinkelsensor 14 vorgesehen. Die Schaltsteuerungseinrichtung schaltet das Getriebe 3 in den optimalen Gang, wenn gemäß dem Ausgangssignal des Lenkwinkelsensors 14 festgestellt wird, daß die Lenkung des Fahrzeugs gegenwärtig nicht eingeschlagen ist.

Folglich wird das Schalten nur dann ausgeführt, wenn die Lenkung des Fahrzeugs nicht eingeschlagen ist, so daß das Fahrzeugverhalten nicht durch Schalten bei eingeschlagener Lenkung instabil werden kann.

[7] Wie in Fig. 3 dargestellt, wird der Motorgenerator 2, wenn das Getriebe 3 nicht gerade geschaltet wird, zur Erzeugung von Elektroenergie veranlaßt, um dadurch die Bremsenergie von den Rädern 17 zurückzugewinnen.

Folglich wird, da die Bremsenergie von den Rädern 17 während des Schaltvorgangs starke Schwankungen aufweist, die Bremsenergie nur dann zurückgewonnen, wenn das Getriebe nicht gerade geschaltet wird.

Als nächstes wird der Ablauf des obenerwähnten Schaltbefehls (gemäß Schema 2) von Schritt S18 in Fig. 3 anhand von Fig. 6 beschrieben.

(1) Zunächst wird (im Schritt S81) kontrolliert, ob die

Motorgenerator-Drehzahl  $N_{M(n)}$  über einem Schwellwert liegt oder nicht. Hierbei wird dieser Schwellwert auf einen Wert eingestellt, der etwas höher liegt als die Leerlaufdrehzahl. Wenn das Ergebnis NEIN ist, dann wird keine Umschaltung ausgeführt, sondern der gegenwärtige Gang bleibt eingelegt.

(2) Wenn die Antwort von Schritt S81 JA ist, dann wird unter den im Schritt S35 ermittelten Motorgenerator-Drehzahlen  $N_{M(a)}$  eine Drehzahl ausgewählt (im Schritt S82), die niedriger ist als der Schwellwert, diesem aber am nächsten kommt.

(3) Als nächstes wird (im Schritt S83) kontrolliert, ob die Motorgenerator-Drehzahl  $N_{M(a)}$  existiert oder nicht.

(4) Wenn die Antwort im Schritt S83 JA ist, dann wird der Gang  $n$  (im Schritt S84) auf den im Schritt S82 gewählten Gang  $a$  eingestellt.

(5) Wenn die Antwort von Schritt S83 NEIN ist, dann wird der Gang (im Schritt S85) auf den höchsten Gang  $n = 4$  eingestellt, um die Motorgenerator-Drehzahl zu minimieren.

(6) Als nächstes wird die Gangschaltung auf den in den Schritten S84 und S85 festgelegten Gang eingestellt, und der Schaltbefehl wird ausgegeben (im Schritt S86). Danach erfolgt der Rücksprung aus der Routine. Dieser Rücksprung wird auch dann ausgeführt, wenn die Antwort im Schritt S81 NEIN ist.

Aus der bisherigen Beschreibung ergibt sich:

[1] Die elektronische Motorgenerator/Getriebe-Steuereinheit 21 ist mit der Motorgenerator-Steuereinrichtung ausgestattet, die dazu dient, bei Erfassung des Abbremszustands des Fahrzeugs zu veranlassen, daß der Motorgenerator 2 Elektroenergie erzeugt, um dadurch die Bremsenergie zurückzugewinnen, und schaltet das Getriebe 3, sobald die Betriebszustands-Detektionseinheit feststellt, daß die Abbremsung des Fahrzeugs unnötig ist, in den optimalen Gang, in welchem die Drehzahl des Motorgenerators 2 niedriger ist als der vorgegebene Wert, diesem aber am nächsten kommt.

Wenn daher festgestellt wird, daß sich das Fahrzeug im Abbremszustand befindet, dann kann die Bremsenergie über den Wechselrichter 5 in der Batterie 6 zurückgewonnen werden, indem der Motorgenerator 2 zur Erzeugung der Elektroenergie veranlaßt wird. Wenn keine Abbremsung des Fahrzeugs erforderlich ist, d. h. wenn das Fahrzeug wieder beschleunigt werden kann, dann schaltet die Schaltsteuerungseinrichtung andererseits das Getriebe in den optimalen Gang, in welchem die Drehzahl des Motorgenerators 2 kleiner ist als der vorgegebene Wert und diesem am nächsten kommt, so daß die Drehzahl des Verbrennungsmotors 1 und die Drehzahl des Motorgenerators 2 leicht synchronisiert werden können.

Bei der Synchronisierung der Drehzahlen des Verbrennungsmotors 1 und des Motorgenerators 2 kann andererseits der Kraftstoffverbrauch für die Erhöhung der Drehzahl des Verbrennungsmotors 1 reduziert werden, um die Kilometerleistung zu verbessern.

Hierbei wird der vorgegebene Wert auf eine Drehzahl eingestellt, die höher ist als die Leerlaufdrehzahl.

[2] Wie in Fig. 5 dargestellt, werden die Drehzahlen des Motorgenerators 2 in den verschiedenen Gängen berechnet, und der optimale Gang, in welchem die Drehzahl des Motorgenerators 2 kleiner ist als der vorgegebene Wert und diesem am nächsten kommt, wird unter den Berechnungsergebnissen ausgewählt, so daß das Getriebe 3 in den bei der Gangu Auswahl gewählten optimalen Gang geschaltet wird.

Auf diese Weise werden die Drehzahlen des Motor-



generators 2 in den verschiedenen Gängen durch die Berechnungseinrichtung ermittelt, und der optimale Gang, in welchem die Drehzahl des Motorgenerators 2 kleiner ist als der vorgegebene Wert und diesem am nächsten kommt, wird unter den Berechnungsergebnissen ausgewählt, so daß die Drehzahl des Motorgenerators 2 zuverlässig vermindert werden kann.

[3] Falls der Gang nicht existiert, in welchem die durch die Berechnungseinrichtung ermittelten Drehzahlen kleiner als der vorgegebene Wert sind, wird unter den mehreren Gängen der höchste Gang ( $n = 4$ ) ausgewählt, wie in Fig. 5 dargestellt.

Wenn daher kein Gang existiert, dessen Drehzahl kleiner als der vorgegebene Wert ist, dann wird das Getriebe in den höchsten Gang mit dem niedrigsten Übersetzungsverhältnis geschaltet, so daß die Drehzahl des Motorgenerators 2 minimiert werden kann.

[4] Zur Erfassung der Betätigungskraft der Bremse ist ein Bremsenbetätigungskraft-Sensor 10 vorgesehen, so daß die Betriebszustands-Detektionseinrichtung als Reaktion auf das Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors 10 feststellt, daß das Abbremsen des Fahrzeugs unnötig ist, wenn die Änderung der Bremsenbetätigungskraft negativ ist, wie in Fig. 3 dargestellt.

So wird im Abbremszustand das Fahrzeug durch Betätigen der Bremse abgebremst. Wenn die Änderung der Betätigungskraft der Bremse negativ ist, d. h. wenn die Bremse gelöst wird, dann wird im Ergebnis festgestellt, daß das Abbremsen des Fahrzeugs unnötig ist, so daß unverzüglich die Möglichkeit der Wiederbeschleunigung festgestellt werden kann.

Während des Schaltvorgangs weist die Bremsenergie von den Rädern 17 starke Schwankungen auf. Daher wird die Bremsenergie nur dann zurückgewonnen, wenn das Fahrzeug nicht geschaltet wird.

Im Gegensatz dazu kann die Schaltsteuerung auch nach einem Schaltdiagramm für die Rückgewinnung ausgeführt werden.

Dies wird im folgenden ausführlich beschrieben.

Wenn in diesem Fall das Bremsdrehmoment eingegeben wird, veranschaulicht durch die vom Bremsenbetätigungskraft-Sensor erfaßte Bremsenbetätigungskraft sowie die Fahrzeuggeschwindigkeit, dann wird die Steuerung auf das Schaltdiagramm für Rückgewinnung umgeschaltet, ganz gleich, in welchem Zustand die vom Drosselklappensensor erfaßte Drosselklappenöffnung gehalten wird.

Mit anderen Worten, die regenerative Abbremsung erfolgt mit Hilfe des Schaltdiagramms für die Rückgewinnung, d. h. mit Hilfe des Schaltdiagramms für die regenerative Abbremsung, wie in Fig. 9 dargestellt.

Im Schaltdiagramm für regenerative Abbremsung gemäß Fig. 9 ist die Schaltlinie (vom 4. Gang zum 3. Gang) der Gangschaltung zwischen dem Mittelpunkt der Wirkungsgradkurve des Elektromotors und dem Schnittpunkt zwischen der Kurve gleicher Leistungsabgabe des Elektromotors und der Linie des maximalen Drehmoments festgelegt, wie in Fig. 7 dargestellt. Andererseits wird der Bereich mit hohem Bremsdrehmoment mit der Schaltlinie vom 4. Gang zum 2. Gang festgelegt, indem die Anzahl der Schaltlinien verringert wird. Außerdem können die Schaltlinien des Schaltdiagramms verändert werden, um den Sprungschaltvorgang vom 4. Gang zum 1. Gang festzulegen.

Darüberhinaus läßt man die Schaltlinie für den Bereich mit niedrigem Drehmoment mit der Schaltlinie für das Herunterschalten im Antriebsschaltdiagramm zusammenfallen, wie in Fig. 8 dargestellt.

Nachstehend wird der Ablauf des Schaltbefehls für diesen Fall anhand von Fig. 10 beschrieben.

(1) Zunächst wird (im Schritt S91) kontrolliert, ob das Getriebe gegenwärtig geschaltet wird oder nicht.

(2) Wenn das Ergebnis JA ist, dann wird das regenerative Bremsen gesperrt (im Schritt S93), und es erfolgt der Rücksprung aus der Routine.

(3) Wenn die Antwort im Schritt S91 NEIN ist, dann wird (im Schritt S93) kontrolliert, ob die Lenkung des Fahrzeugs eingeschlagen ist oder nicht.

(4) Ist das Ergebnis NEIN, dann wird (im Schritt S94) der Schaltbefehl nach dem in Fig. 9 dargestellten Schaltdiagramm für den regenerativen Bremsvorgang ausgeführt.

Ferner erfolgt der Rücksprung aus der Routine, wenn die Antwort im Schritt S93 JA ist.

Wie in Fig. 9 dargestellt, sind der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 11 zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Bremsenbetätigungskraft-Sensor 10 zur Erfassung der Bremsenbetätigungskraft vorgesehen. Die Schaltsteuereinrichtung ist ausgestattet mit: dem Bremsschaltdiagramm zur Ermittlung der Schaltpunkte der Gänge während der Abbremsung des Fahrzeugs in Übereinstimmung mit der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 11 sowie mit dem Bremsdrehmoment gemäß dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors; und der Schaltbefehleinrichtung zum Schalten des Getriebes 3 auf der Basis des Bremsschaltdiagramms.

Auf diese Weise wird das Schalten entsprechend der Beziehung zwischen der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Bremsdrehmoment auf der Basis des vorgegebenen Bremsschaltdiagramms ausgeführt, so daß die Steuerung vereinfacht wird.

Andererseits weist das Bremsschaltdiagramm in dem Bereich mit hohem Bremsdrehmoment weniger Schaltpunkte zwischen den Gängen auf.

Ferner ist das Antriebsschaltdiagramm (oder A/T-Schaltdiagramm) vorgesehen, das auf der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Drosselklappenöffnung basiert, wie in Fig. 8 dargestellt. Das Bremsschaltdiagramm ist so festgelegt, daß die Schaltpunkte im Bereich mit niedrigem Drehmoment mit den Schaltpunkten für das Herunterschalten im Antriebsschaltdiagramm identisch sind.

Folglich wird in dem Bereich mit hohem Drehmoment, d. h. mit großer Bremsenbetätigungskraft, ein plötzliches Abbremsen festgestellt. Daher läßt sich der mehrstufige Schaltvorgang vermeiden, indem die Schaltpunkte verringert werden, um den Sprungschaltvorgang auszuführen (vom 4. in den 1. Gang oder vom 3. in den 1. Gang). Im Bereich mit niedrigem Bremsdrehmoment werden andererseits Vorbereitungen für die Wiederbeschleunigung aus dem Verzögerungszustand getroffen, so daß das unnötige Schalten beim Übergang vom Bremsschaltdiagramm zum Antriebsschaltdiagramm verhindert werden kann.

Übrigens sollte die vorliegende Erfindung nicht auf das vorstehende Ausführungsbeispiel beschränkt werden, sondern kann auf der Grundlage ihres Erfindungsgedankens auf verschiedene Arten modifiziert werden, und diese Modifikationen sollten nicht aus dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung ausgeschlossen werden.

1. Steuerungssystem für eine Fahrzeugantriebs-  
einheit, mit:

einem Verbrennungsmotor;  
einem mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbundenen Getriebe mit mehreren Gängen zur Kraftübertragung auf die Räder;  
einem mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbundenen Motorgenerator zur Rückgewinnung der Bremsenergie der Räder über das Getriebe durch Erzeugung von Elektroenergie;  
einer Batterie zum Speichern der durch den Motorgenerator zurückgewonnenen Bremsenergie in Form von Elektroenergie;  
einer Betriebszustand-Detektionseinrichtung zum Erfassen des Betriebszustandes des Fahrzeugs; und  
einer Steuereinrichtung zur Steuerung des Getriebes und des Motorgenerators entsprechend dem von der Betriebszustand-Detektionseinrichtung ankommenden Ausgangssignal, wobei die Steuereinrichtung aufweist:  
eine Motorgenerator-Steuereinrichtung, um den Motorgenerator zur Erzeugung von Elektroenergie zu veranlassen, wenn die Betriebszustand-Detektionseinrichtung einen Abbremszustand des Fahrzeugs erfaßt, um dadurch die Bremsenergie zurückzugewinnen; und  
eine Schaltsteuereinrichtung zum Schalten des Getriebes in einen Gang zwischen dem gegenwärtig eingelegten Gang und einem Gang mit einem höheren Übersetzungsverhältnis als dem des gegenwärtigen Gangs, so daß die rückgewinnbare Bremsenergie maximiert wird.

2. System nach Anspruch 1, wobei die Schaltsteuereinrichtung aufweist:  
eine Bremsenergieberechnungseinrichtung zum Berechnen der in den verschiedenen Gängen zurückgewinnbaren Bremsenergien;  
eine Gangwähleinrichtung zur Auswahl des Gangs, der die rückgewinnbare Bremsenergie maximiert, unter dem gegenwärtig eingelegten Gang und dem Gang mit einem höheren Übersetzungsverhältnis als dem des ersteren durch Vergleich der von der Bremsenergieberechnungseinrichtung ermittelten Bremsenergien; und  
eine Schaltbefehlseinrichtung zum Schalten des Getriebes in den Gang, der durch die Gangwähleinrichtung bestimmt wird.

3. System nach Anspruch 2, das ferner aufweist:  
einen Bremsenbetätigungskraft-Sensor zum Erfassen der Betätigungskraft einer Bremse und einen Motorgenerator-Drehzahlsensor zum Erfassen der Drehzahl des Motorgenerators,  
wobei die Berechnungseinrichtung die Bremsenergie als Produkt aus dem Bremsdrehmoment gemäß dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors, der Drehzahl des Motorgenerators gemäß dem Ausgangssignal des Motorgenerator-Drehzahlsensors und dem Wirkungsgrad des Motorgenerators berechnet.

4. System nach Anspruch 2 oder 3, das ferner einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zur Erfassung der Fahrzeuggeschwindigkeit aufweist, wobei, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors unter einem vorgegebenen Wert liegt, das Getriebe durch die Schaltbefehlseinrichtung in

den von der Gangwähleinrichtung festgelegten Gang geschaltet wird.

5. System nach einem der Ansprüche 1 bis 4, das ferner aufweist: einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zum Erfassen der Fahrzeuggeschwindigkeit und einen Bremsenbetätigungskraft-Sensor zum Erfassen der Betätigungskraft einer Bremse, wobei die Schaltsteuereinrichtung aufweist: ein Bremschaltdiagramm zur Ermittlung der Schaltpunkte der Gänge entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors und dem Bremsdrehmoment gemäß dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors; und eine Schaltbefehlseinrichtung zum Schalten des Getriebes auf der Basis des Bremschaltdiagramms.

6. System nach Anspruch 5, wobei das Bremschaltdiagramm so festgelegt wird, daß die Anzahl der Schaltpunkte innerhalb des Bereichs mit hohem Bremsdrehmoment verringert wird.

7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, das ferner einen Bremsenbetätigungskraft-Sensor zum Erfassen der Betätigungskraft einer Bremse aufweist, wobei die Schaltsteuereinrichtung das Getriebe entsprechend dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors in den Gang zur Maximierung der rückgewinnbaren Bremsenergie schaltet, wenn die Betätigungskraft der Bremse unter einem vorgegebenen Wert liegt oder wenn die Änderung der Bremsenbetätigungskraft unter einem vorgegebenen Wert liegt.

8. System nach einem der Ansprüche 1 bis 7, das ferner einen Lenkwinkelsensor zum Erfassen des Lenkwinkels aufweist, wobei die Schaltbefehlseinrichtung das Getriebe in den Gang zur Maximierung der rückgewinnbaren Bremsenergie schaltet, wenn gemäß dem Ausgangssignal des Lenkwinkelsensors festgestellt wird, daß die Lenkung des Fahrzeugs nicht eingeschlagen ist.

9. System nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Motorgenerator-Steuereinrichtung, wenn das Getriebe gegenwärtig nicht geschaltet wird, den Motorgenerator zur Erzeugung von Elektroenergie veranlaßt, um dadurch die Bremsenergie von den Rädern zurückzugewinnen.

10. Steuerungssystem für eine Fahrzeugantriebs-  
einheit, mit:

einem Verbrennungsmotor;  
einem mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbundenen Getriebe mit mehreren Gängen zur Kraftübertragung auf die Räder;  
einem mit der Abtriebswelle des Verbrennungsmotors verbundenen Motorgenerator zur Rückgewinnung der Bremsenergie der Räder über das Getriebe durch Erzeugung von Elektroenergie;  
einer Batterie zum Speichern der durch den Motorgenerator zurückgewonnenen Bremsenergie in Form von Elektroenergie;  
einer Betriebszustand-Detektionseinrichtung zum Erfassen des Betriebszustandes des Fahrzeugs; und  
einer Steuereinrichtung zur Steuerung des Getriebes und des Motorgenerators entsprechend dem von der Betriebszustand-Detektionseinrichtung ankommenden Ausgangssignal, wobei die Steuereinrichtung aufweist:  
eine Motorgenerator-Steuereinrichtung, um den Motorgenerator zur Erzeugung von Elektroenergie zu veranlassen, wenn die Betriebszustand-

tektionseinrichtung einen Abbremszustand des Fahrzeugs erfaßt, um dadurch die Bremsenergie zurückzugewinnen; und eine Schaltsteuereinrichtung zum Schalten des Getriebes in einen Gang, in dem die Drehzahl des Motorgenerators niedriger als ein vorgegebener Wert ist und diesem am nächsten kommt, wenn von der Betriebszustand-Detektionseinrichtung festgestellt wird, daß eine Abbremsung des Fahrzeugs unnötig ist.

11. System nach Anspruch 10, wobei die Schaltsteuereinrichtung aufweist:

eine Drehzahlberechnungseinrichtung zum Berechnen der Drehzahl des Motorgenerators in den verschiedenen Gängen;

eine Gangwähleinrichtung zur Auswahl des Gangs, in dem die Drehzahl des Motorgenerators niedriger als der vorgegebene Wert ist und diesem am nächsten kommt, entsprechend dem Ergebnis der Drehzahlberechnungseinrichtung; und

eine Schaltbefehleinrichtung zum Schalten des Getriebes in den von der Gangwähleinrichtung gewählten Gang.

12. System nach Anspruch 11, wobei die Gangwähleinrichtung den höchsten Gang wählt, wenn keine der von der Berechnungseinrichtung berechneten Drehzahlen des Motorgenerators niedriger als der vorgegebene Wert ist.

13. System nach Anspruch 10, 11 oder 12, die ferner aufweist: einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor zum Erfassen der Fahrzeuggeschwindigkeit und einen Bremsenbetätigungskraft-Sensor zum Erfassen der Betätigungskraft einer Bremse, wobei die Schaltsteuereinrichtung aufweist: ein Bremsschaltdiagramm zum Ermitteln der Schaltpunkte der Gänge entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors und dem Bremsdrehmoment gemäß dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors;

sowie eine Schaltsteuereinrichtung zum Schalten des Getriebes auf der Basis des Bremsschaltdiagramms.

14. System nach Anspruch 13, das ferner einen Drosselklappensensor zum Erfassen des Öffnungsgrades der Drosselklappe aufweist, wobei die Schaltsteuereinrichtung ein Antriebsschaltdiagramm zum Ermitteln der Schaltpunkte für das Hoch- und Herunterschalten der Gänge beim Fahren des Fahrzeugs unter Antrieb entsprechend der Fahrzeuggeschwindigkeit gemäß dem Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors und der Drosselklappenöffnung gemäß dem Ausgangssignal des Drosselklappensensors aufweist, und

wobei das Bremsschaltdiagramm so festgelegt ist, daß der Schaltpunkt innerhalb eines Bereichs für ein niedriges Bremsdrehmoment mit dem Schaltpunkt für Herunterschalten des Antriebsschaltdiagramms identisch ist.

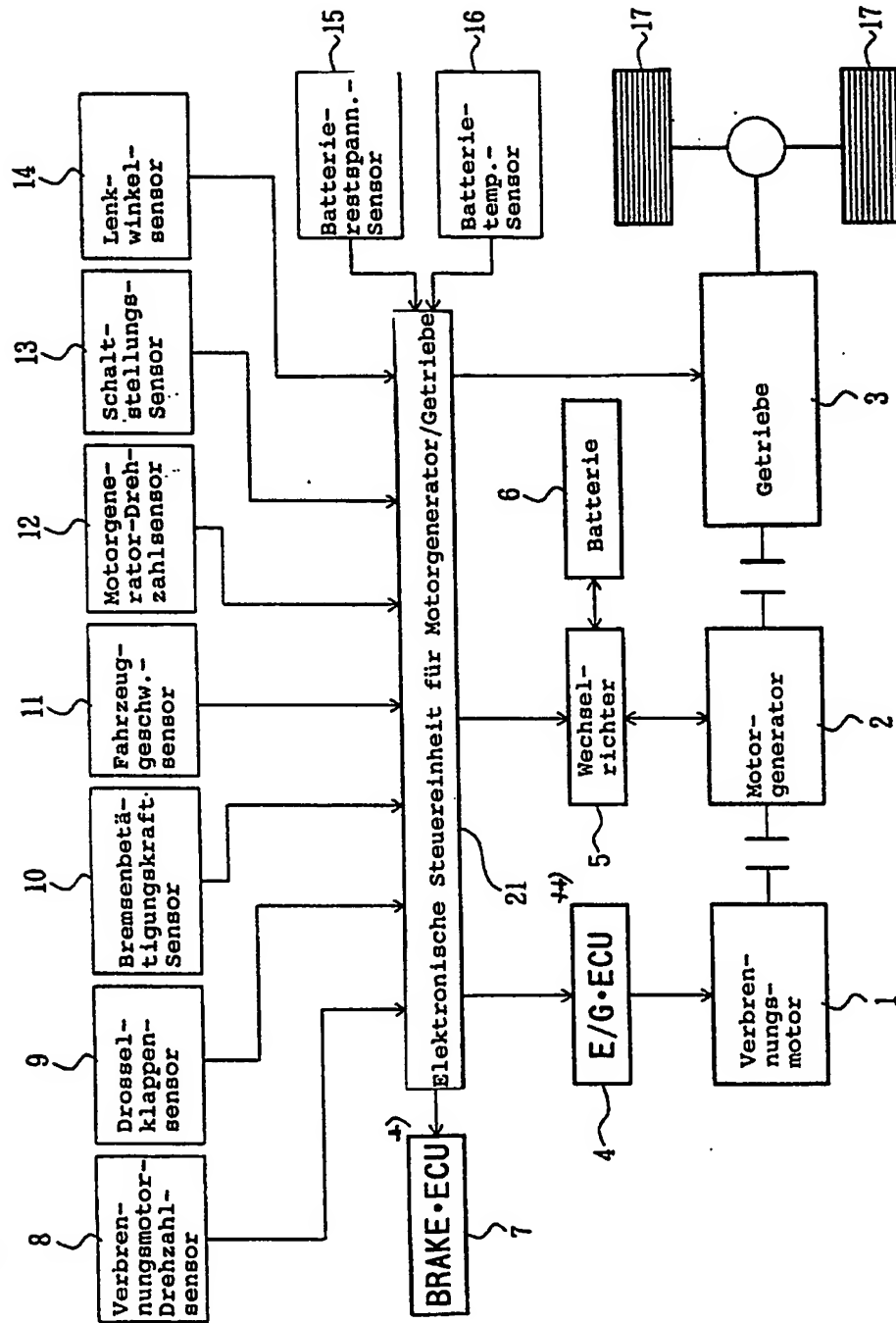
15. System nach einem der Ansprüche 10 bis 14, das ferner einen Bremsenbetätigungskraft-Sensor zum Erfassen der Betätigungskraft der Bremse aufweist, wobei die Betriebszustand-Detektionseinrichtung feststellt, daß das Abbremsen des Fahrzeugs unnötig ist, wenn gemäß dem Ausgangssignal des Bremsenbetätigungskraft-Sensors festgestellt wird, daß die Änderung der Bremsenbetätigungskraft nega-

tiv ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**FIG. 1**



+) elektron. Steuereinheit für Bremse  
++) elektron. Steuereinheit für Verbrennungsmotor

FIG. 2

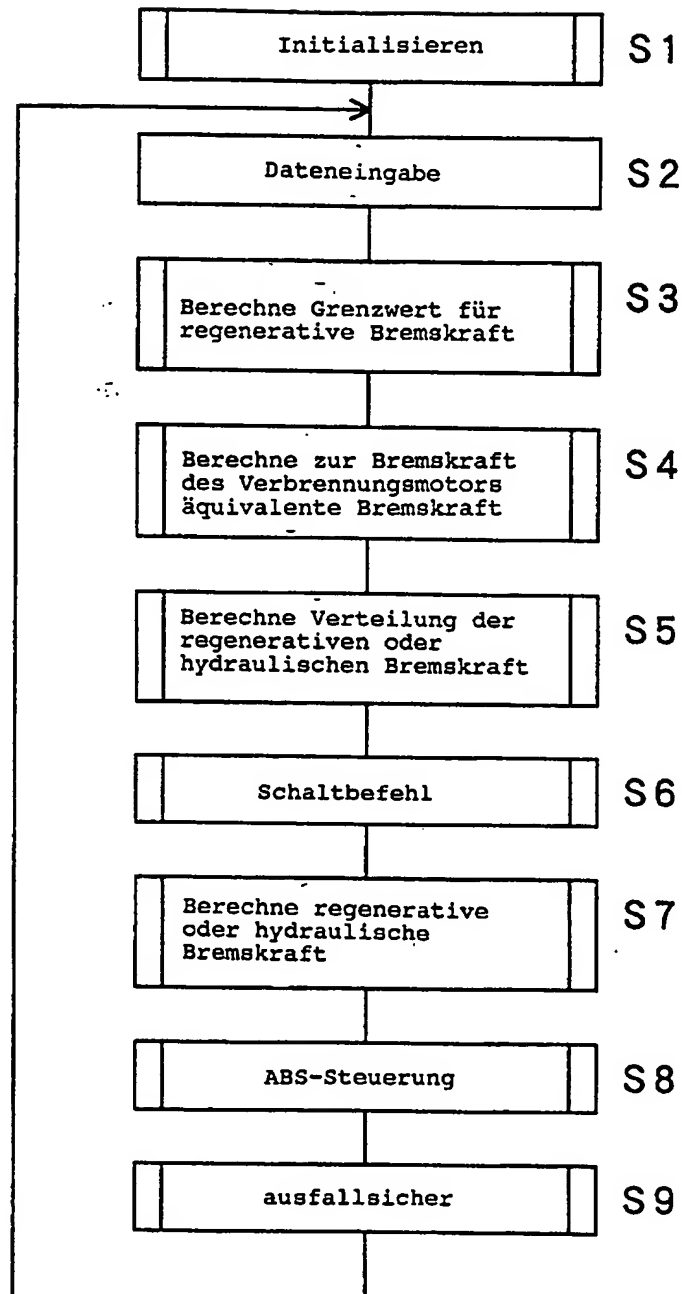


FIG. 3

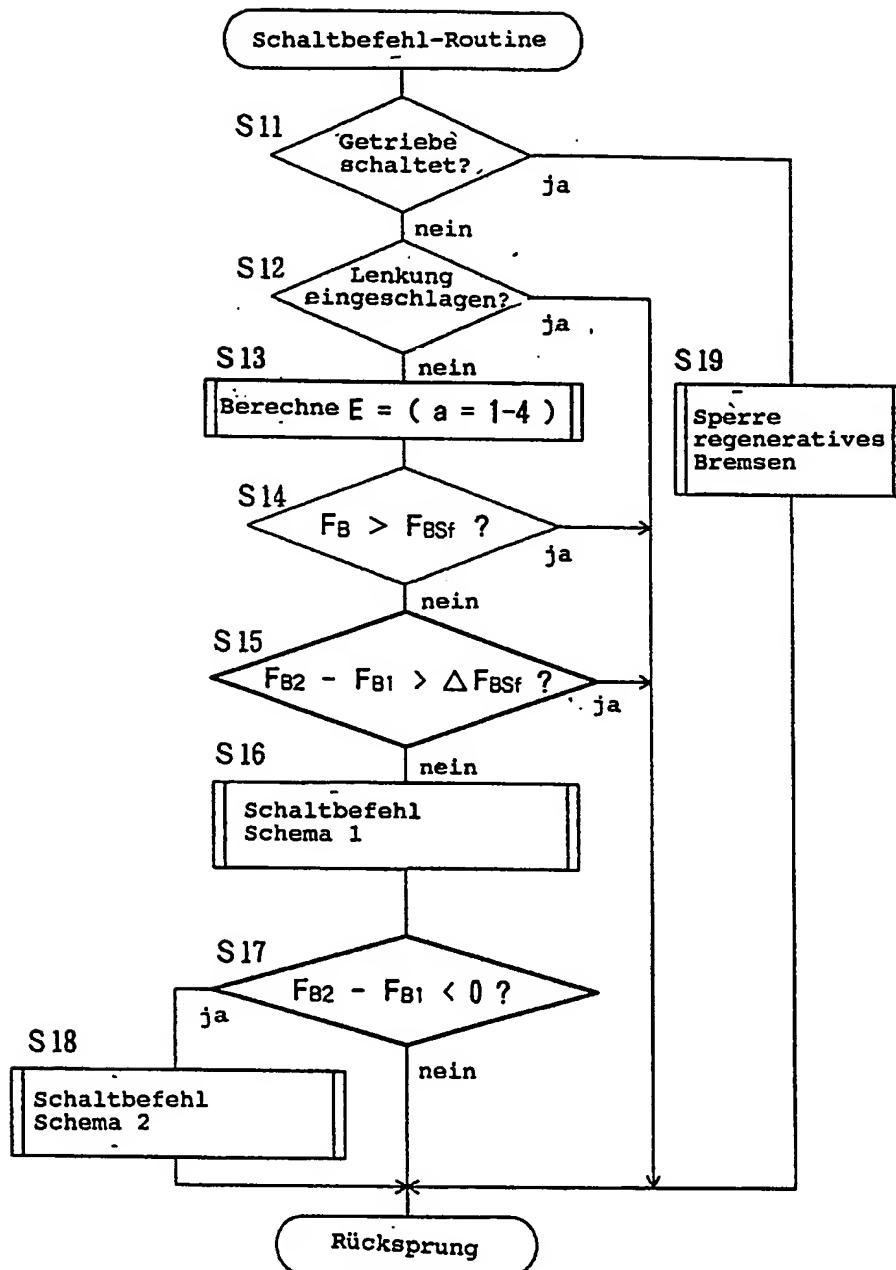




FIG. 4

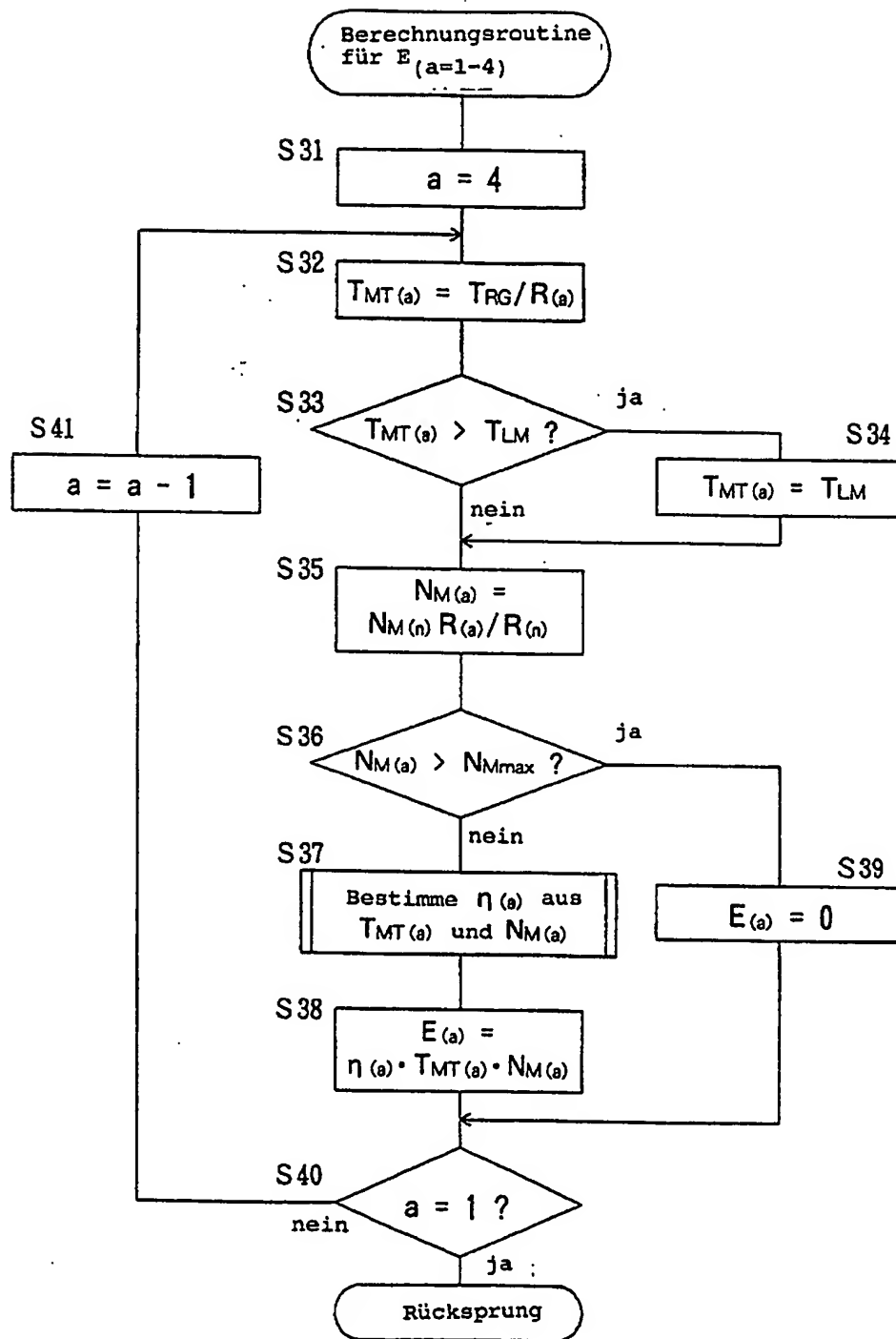


FIG. 5

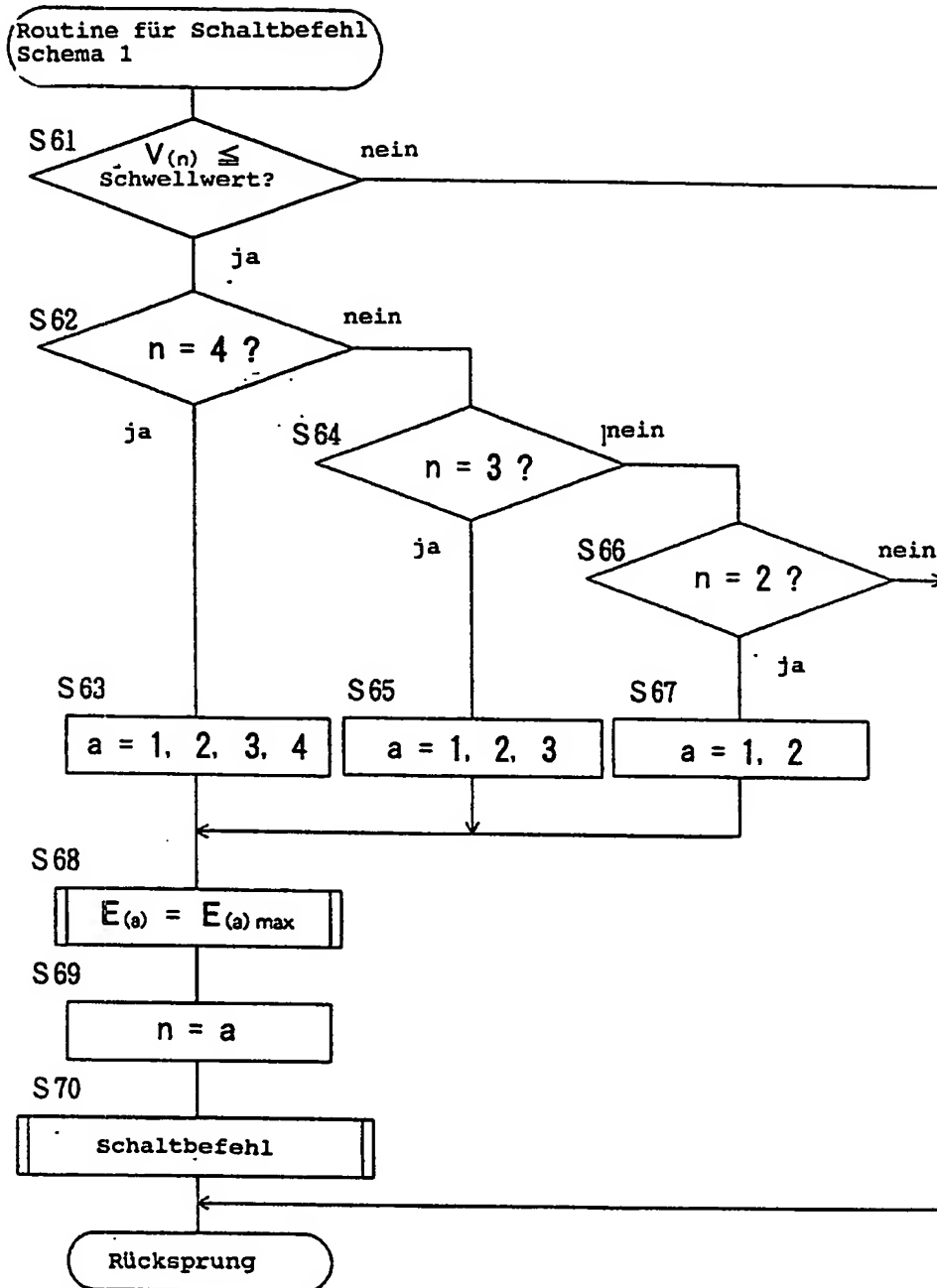


FIG. 6

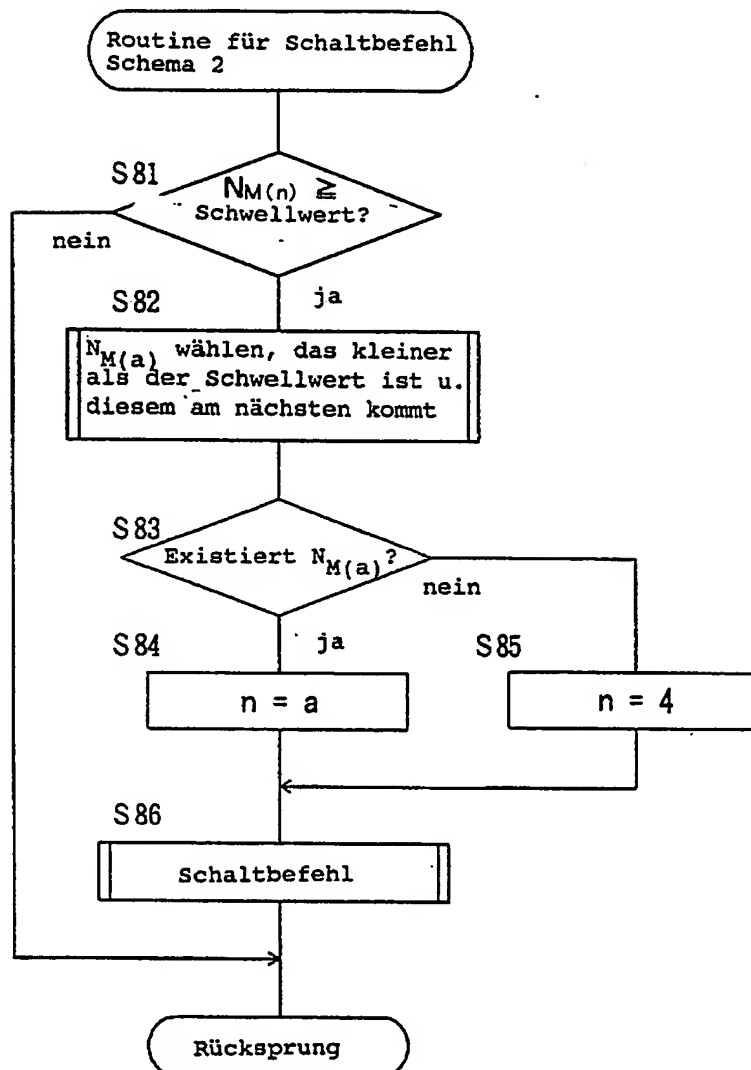


FIG. 7

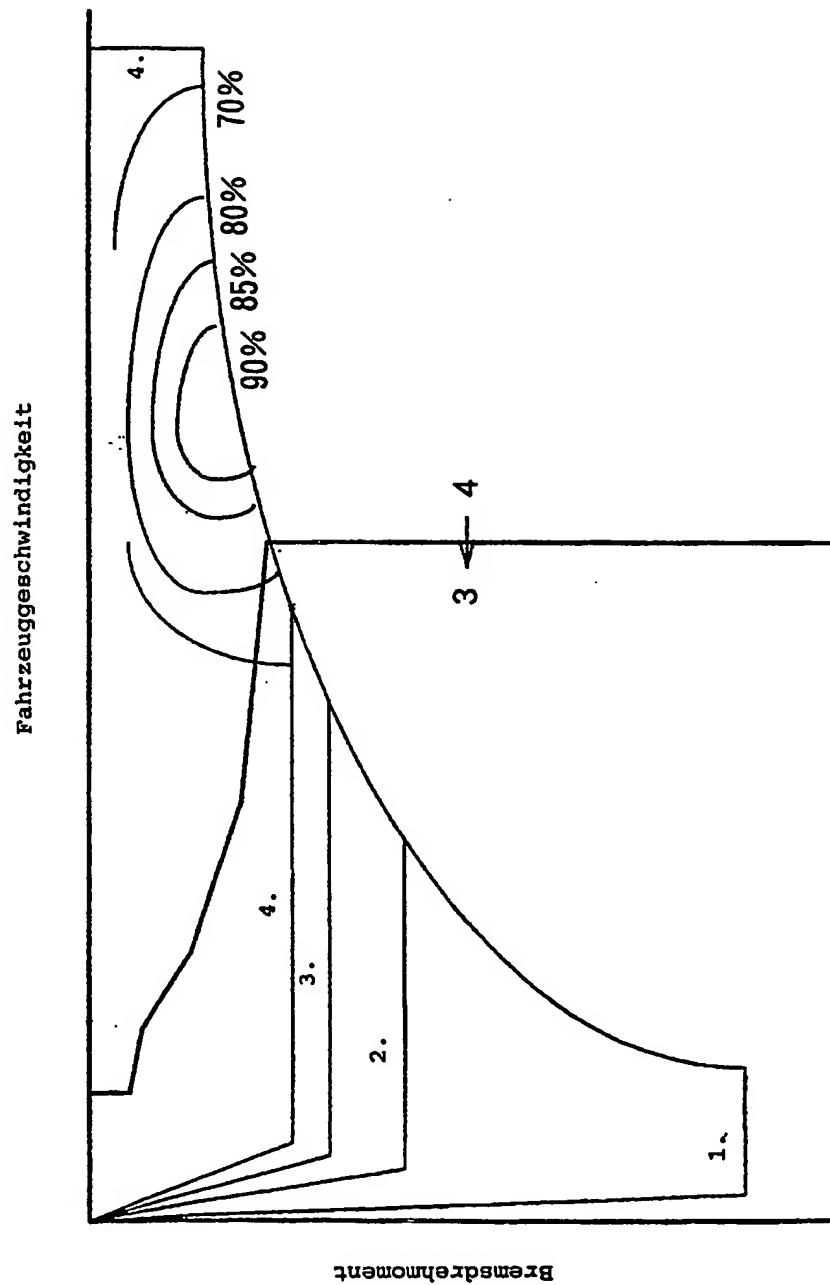


FIG. 8

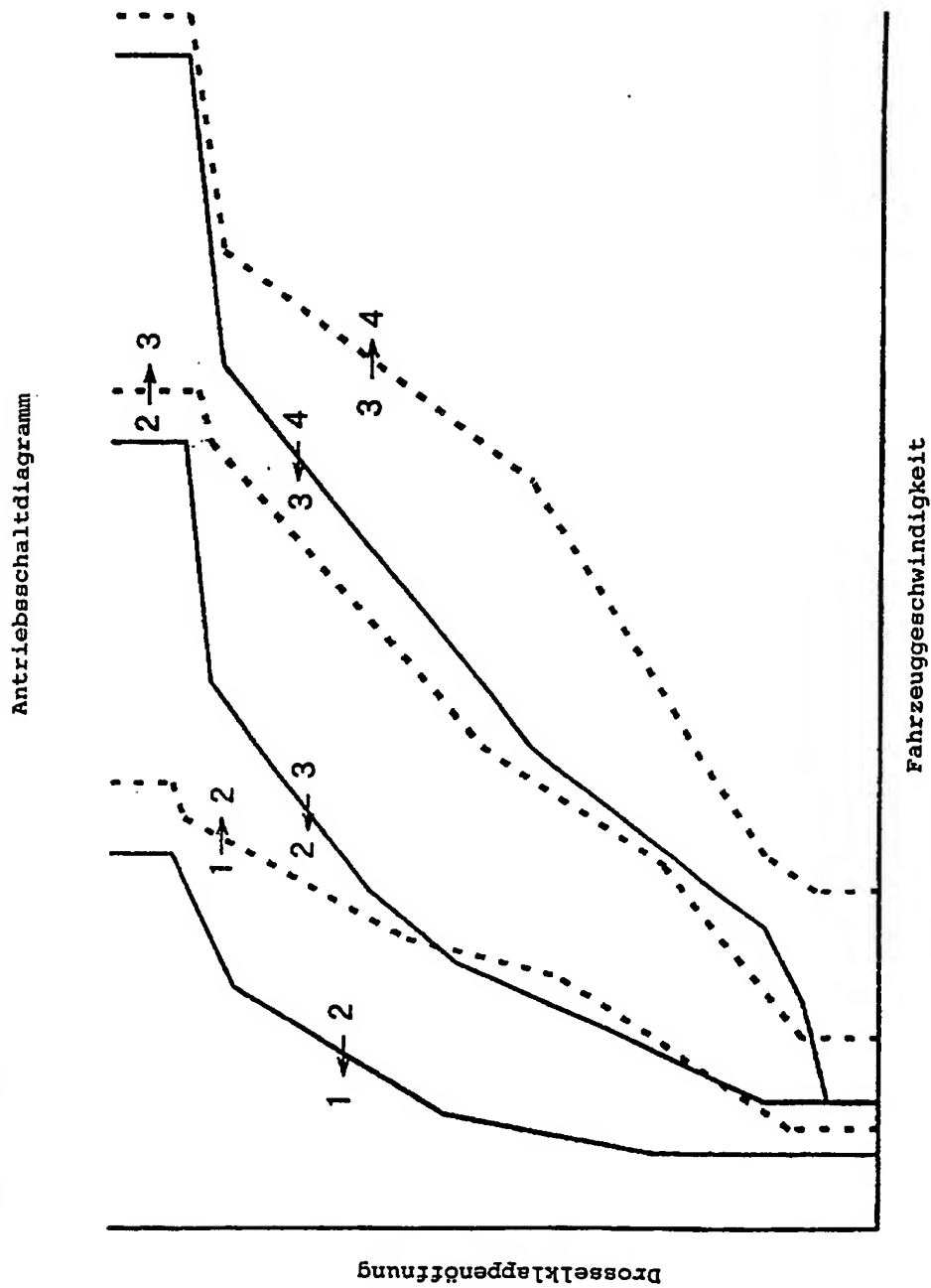


FIG. 9

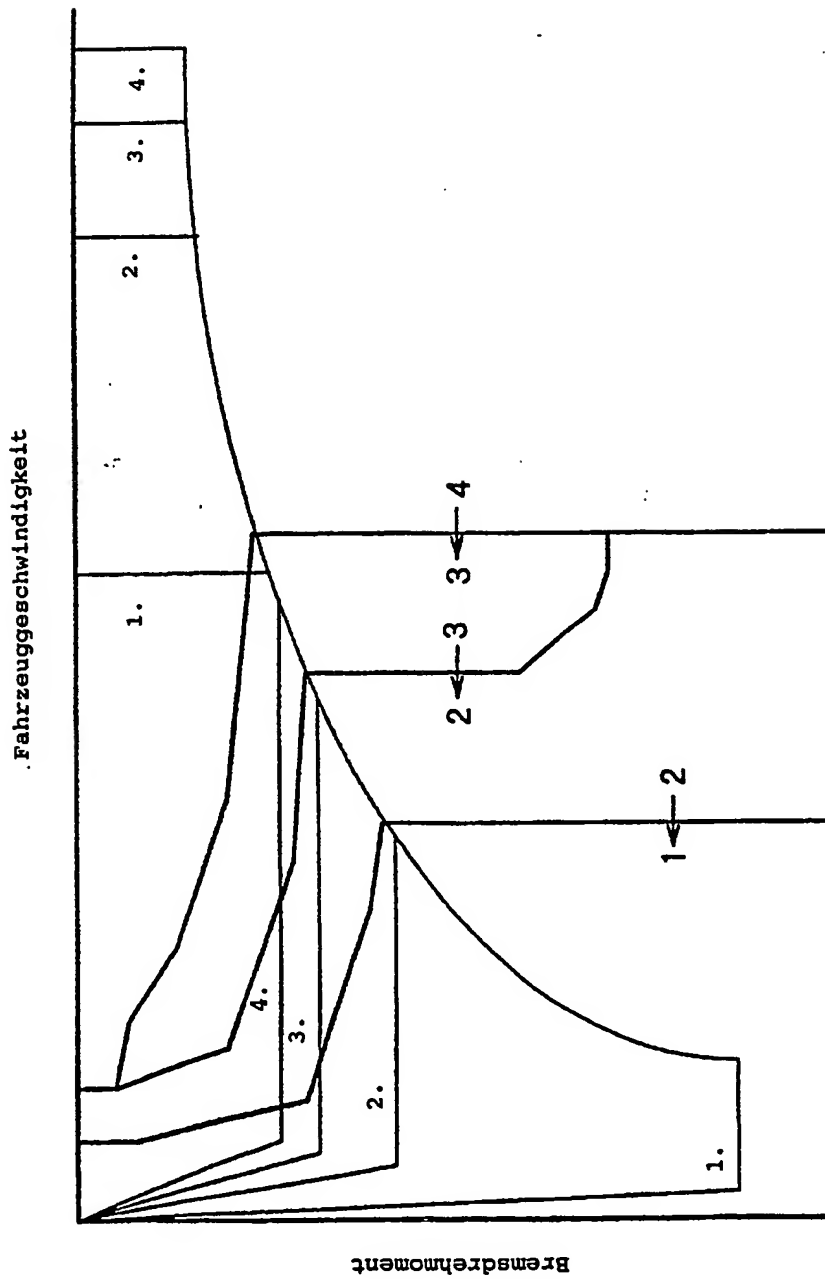


FIG. 10

